

STUDIO MINERO-PETROGRAFICO PER LA DEFINIZIONE DEL SITO DI RITROVAMENTO DEL TESORO DI MARENGO

Alessandro Borghi*

Negli ultimi anni il Tesoro di Marengo è stato oggetto di nuove attenzioni stimolando la Soprintendenza a elaborare, d'intesa con la Fondazione Cassa di Risparmio di Alessandria e la Consulta per la valorizzazione dei Beni Artistici e Culturali di Torino, un ampio e articolato progetto di studio, di analisi e di valorizzazione (cfr. MICHELETTO - VENTURINO, *Un "tesoro" tra passato e futuro. Un progetto di studio e valorizzazione del Tesoro di Marengo, supra*), con l'obiettivo di comprenderne più a fondo le caratteristiche e di far conoscere i risultati delle ricerche e degli studi anche al di fuori della cerchia ristretta degli addetti ai lavori.

In particolare, nell'ambito del progetto sono state avviate una serie di analisi archeometriche al fine di raccogliere nuovi elementi su tecniche di lavorazione, provenienza della materia prima e vicende post-deposizionali dei reperti, in funzione del previsto riallestimento del Tesoro di Marengo presso il Museo di Antichità di Torino.

In questo ambito ha rivestito particolare interesse l'esistenza, presso i depositi del Museo di Antichità, di un insieme di frammenti di piccole dimensioni pertinenti al Tesoro ma mai sottoposti a interventi di restauro perché molto frammentari e considerati scarsamente significativi sul piano museale; questi reperti, che ancora conservano tracce di sedimenti e di materiali organici, hanno rappresentato una preziosa fonte di informazioni per lo svolgimento di analisi scientifiche e hanno fornito nuovi e significativi dati sull'originario contesto di giacitura. In particolare sono state effettuate analisi di carattere mineralogico/petrografico su campioni di sedimento ancora presenti sui frammenti non restaurati. Le analisi hanno permesso di determinare le caratteristiche minero-petrografiche del suolo di giacitura degli oggetti appartenenti al Tesoro e di verificare se la composizione del sedimento ancora presente sui reperti fosse compatibile con quella del suolo caratterizzante il luogo di ritrovamento, rappresentato dalla località Pederbona di Spinetta Marengo (Alessandria).

INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area in cui si trova la cascina Pederbona è ubicata lungo la ex S.S. (ora S.P.) 35 bis dei Giovi, che collega Alessandria con l'abitato di Marengo, un chilometro ca. a sud-est dal ponte sul fiume Bormida (fig. 1, a).

Da un punto di vista geologico la zona è compresa nel Foglio n. 70 "Alessandria" della Carta geologica d'Italia (*Alessandria* 1969) e precisamente corrisponde alle alluvioni postglaciali della Bormida nel tratto compreso tra la confluenza con il torrente Orba a monte e il fiume Tanaro a valle (fig. 1, b). I sedimenti di tipo fluviale che si trovano in corrispondenza della cascina Pederbona sono quindi caratterizzati dagli apporti terrigeni dei corsi d'acqua immediatamente a monte (Bormida, Orba, Lemme e i loro affluenti minori). Si è quindi proceduto a un preventivo inquadramento geologico dei tre bacini idrografici in questione, mediante consultazione della cartografia esistente, al fine di individuare e definire le formazioni rocciose ivi affioranti, i cui potenziali prodotti di smantellamento costituiscono i sedimenti rinvenibili nelle alluvioni della Bormida nel tratto di nostro interesse. Osservando la Carta geologica (*Alessandria* 1969) si può dedurre che la maggior parte del corso del fiume incide i sedimenti oligo-miocenici del Bacino Terziario Piemontese. Solo nella zona di testata la Bormida scorre in corrispondenza di terreni cristallini di età più antica, attribuibili a unità di crosta continentale con le loro coperture carbonatiche appartenenti alla Zona Brianzonese, una delle principali unità geologiche affioranti in corrispondenza della catena delle Alpi occidentali, un cui schema geologico semplificato è riportato in fig. 2. Il bacino dei torrenti Orba e Lemme sono invece impostati, nelle zone di testata, in corrispondenza dell'unità oceanica della Zona piemontese ed in particolare, del cosiddetto "Gruppo di Voltri (VO in fig. 2).

Il Bacino terziario Piemontese (BTP in fig. 2) consiste di una sequenza sedimentaria post-orogena che si è depositata in ambiente di piattaforma continentale prima

Fig. 1. Inquadramento geografico (da BENDINELLI 1937a) (a) e geologico (Alessandria 1969) (b).

Fig. 2. Schema geologico delle Alpi occidentali (da FIORA *et al.* 2002, modificato).

Legenda: 1 = Depositi quaternari; BACINO TERZIARIO LIGURE-PIEMONTESE: 2 = Depositi oligo-miocenici del Monferrato (MF), 3 = depositi Oligo-miocenici delle Langhe (LA) e Collina di Torino (CT); APPENNINO SETTENTRIONALE: 4 = Liguridi Esterne (LE), 5 = Liguridi Interne (LI). DOMINIO SUDALPINO: 6 = Bacino Lombardo, 7 = Depositi clastici post-ercinici, 8 = Vulcaniti permiane, 9 = Graniti dei Laghi, 10 = Serie dei Laghi (SDL), 11 = Zona Ivrea - Verbano (IV),

12 = Zona del Canavese (ZC); DOMINIO AUSTRALPINO: 13 = Plutoni Periadriatici (Biella e Vico), 14 = Il Zona Diorito - Kinzigitica (DK), 15 = Zona Sesia Lanzo (SL); DOMINIO PENNIDICO: 16 = Falda Piemontese Esterna (FPE), 17 = Falda Piemontese Interna (FPI), 18 = Massicci Cristallini Interni (MR: Monte Rosa, GP: Gran Paradiso, DM: Dora Maira), 19 = Zona Brianzonese Interna (ZBI), Zona Camughera - Moncucco, Massiccio di Ambin (AM), 20 = Zona Brianzonese Esterna (ZBE), 21 = Zona Sub-Brianzonese e Flysch a Helmintoidi (FH), 22 = Unità Pennidiche Inferiori UPI); DOMINIO ELVETICO: 23 = Coperture Meso-Cenozoiche, 24 = Massicci Cristallini esterni (AG: Aar - Gottardo, AG: Argentera). Il contorno nero corrisponde al Foglio "Alessandria" della Carta geologica d'Italia (Alessandria 1969).



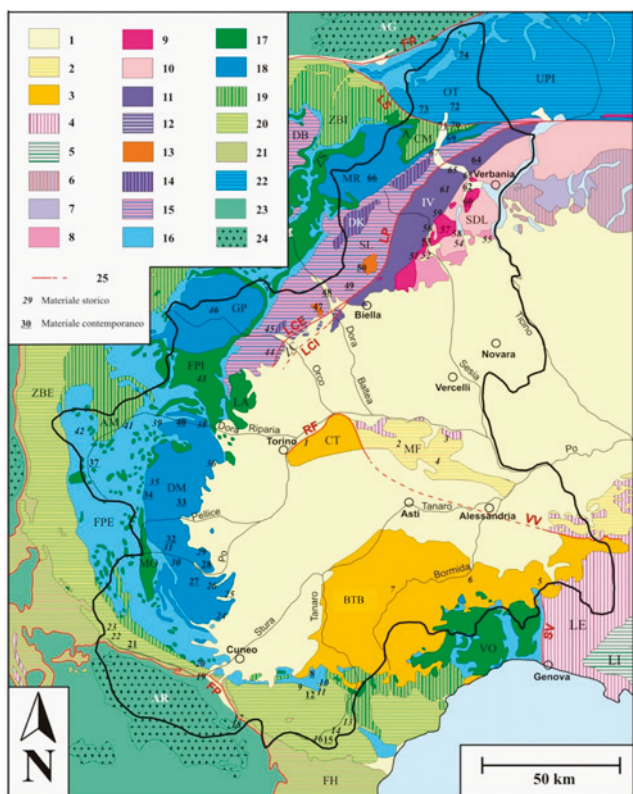
e di scarpata poi in trasgressione sulle unità tettoniche coinvolte dall'orogenesi alpina. Esso comprende quindi un'alternanza di formazioni sedimentarie costituite prevalentemente da arenarie e da marne intercalate tra di loro. Queste formazioni sono costituite da rocce sedimentarie prevalentemente terrigene, che si sono formate dallo smantellamento delle unità metamorfiche alpine. Al loro

interno si possono pertanto ritrovare, sotto forma di clasti, minerali di natura sia metamorfica sia magmatica.

Le unità Brianzonesi (ZBI e ZBE in fig. 2) comprendono rocce di natura metamorfica di età pre-triassica coinvolte dall'orogenesi alpina e costituite prevalentemente da scisti di alta pressione, da ortogneiss e rare migmatiti (basamento cristallino del Savonese; cristallino di Calizzano; quarziti di Nava). Rare sono le rocce di natura carbonatica di età triassico-liassica più o meno metamorfosate anch'esse in età alpina in marmi e marmi dolomitici.

Infine il Massiccio di Voltri rappresenta l'unità di pertinenza oceanica più estesa tra quelle presenti nell'area in esame. Si tratta essenzialmente di peridotiti di mantello metamorfosate in età alpina in serpentiniti di alta pressione, con minori masse di metabasiti sempre in facies di alta pressione, derivanti da basalti sottomarini dell'originario oceano mesozoico noto con il termine di "Tetide". Alle unità di pertinenza oceanica appartengono anche i calcescisti, che rappresentano il prodotto metamorfico di età alpina degli originari sedimenti pelitico-carbonatici di fossa oceanica.

I minerali presenti nei sedimenti delle alluvioni della Bormida nei pressi della cascina Pederbona possono pertanto appartenere a rocce prevalentemente metamorfiche sia del sistema basico (metabasiti) e ultrabasilico (serpentiniti) sia del sistema pelitico (micascisti) e granitico (gneiss e migmatiti). In minor misura si possono ritrovare minerali di natura magmatica acida (smantellamento di granitoidi) o carbonatica (derivanti dalle coperture carbonatiche di pertinenza brianzonese).



Tab. 1. Tesoro di Marengo. Reperti sottoposti ad analisi minero-petrografica.



Inventario	Reperto
TdM 49	
TdM 57	
TdM 69	
TdM 91	
TdM 116	
TdM 117	
TdM 118	
TdM 119	
TdM 157	
TdM 170	

Fig. 3. Alessandria, fraz. Spinetta Marengo, loc. cascina Pederbona. Ubicazione del punto di prelievo dei campioni di terreno di riferimento nn. P60 e P80.

PROCEDURA ANALITICA

Per la caratterizzazione dei residui di fango riscontrati su alcuni reperti conservati presso i depositi del Museo di Antichità si è proceduto a una analisi minero-petrografica utilizzando il sistema integrato SEM - EDS disponibile presso i laboratori del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli studi di Torino. Sono stati analizzati 10 campioni di frammenti di piccole dimensioni pertinenti al Tesoro ma mai sottoposti a interventi di restauro perché molto frammentari e considerati scarsamente significativi sul piano museale. I campioni sono stati selezionati tra quelli che maggiormente conservavano tracce dell'originario sedimento (tab. 1). Per confronto, sono stati anche analizzati due campioni di terreno prelevati in occasione di un sopralluogo (9 maggio 2013) in corrispondenza del sito di ritrovamento del Tesoro di Marengo (fig. 3). In tale occasione sono stati prelevati alcuni campioni di terriccio mediante uno scavo di circa un metro di profondità in corrispondenza del campo agricolo antistante la cascina; in particolare si sono selezionati due campioni di terreno campionati a 60 e 80 centimetri di profondità (rispettivamente denominati P 60 e P 80). Per ogni campione analizzato sono state riprodotte fotografie al SEM e spettri EDS, che hanno permesso di identificare la composizione mineralogica delle incrostazioni presenti sulle lamelle di argento.



Il sistema SEM – EDS

Il Microscopio Elettronico a Scansione (SEM) è uno strumento in grado di fornire immagini a elevata tridimensionalità e risoluzione raggiungendo ingrandimenti fino a 10.000 X. Accoppiato con il sistema di microanalisi EDS, è un sistema versatile che, con costi relativamente ridotti, permette di osservare un campione solido da molteplici punti di vista: morfologia, composizione chimica, distribuzione degli elementi all'interno di un'area selezionata. Questo strumento risulta quindi fondamentale per il riconoscimento di quei minerali che non possono essere identificati solo

sulla base delle loro proprietà ottiche.

L'analisi qualitativa consiste nell'identificare gli elementi presenti nel campione e il minerale analizzato attraverso l'analisi dei picchi dello spettro di emissione della sostanza in esame attraverso tabelle di riferimento che riportano le energie delle righe caratteristiche per ogni elemento.

Nello studio petrografico i campioni del Tesoro di Marengo, dopo essere stati metallizzati con grafite e lucidati, sono stati inseriti all'interno della camera portacampioni insieme a una sezione lucida di cobalto, utilizzata per la calibrazione dello strumento. Per le analisi sono stati utilizzati il microscopio elettronico a scansione Cambridge S-360 e la microanalisi in dispersione di energia Oxford INCA Energy 200. Le condizioni operative sono state le seguenti: differenza di potenziale 15 kV, corrente di probe 800 pA, tempi di conteggio 60 s, working distance 25 mm. Le analisi dei minerali sono state ricalcolate utilizzando il programma MINSORT (PETRAKAKIS - DIETRICH 1985).

STRUTTURA E COMPOSIZIONE DEI MINERALI ANALIZZATI

In questo capitolo vengono descritti e classificati i minerali rinvenuti nei campioni di terriccio sottoposto ad analisi. Al fine di descriverne in modo accurato la composizione chimica, si è fatto riferimento ai criteri classificativi riportati in GOTTARDI 1972, DEER *et al.* 1992 e PECCERILLO - PERUGINI 2003.

Quarzo Si_2O_2

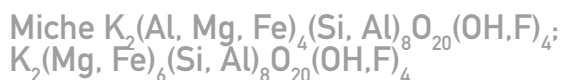
Clasti di quarzo sono stati ritrovati in tutti i campioni analizzati. La sua presenza non è tuttavia discriminante in quanto risulta essere il minerale più comune in tutte le rocce di tipo silicatico e tende ad accumularsi nei sedimenti clastici a causa della sua alta resistenza meccanica e stabilità chimica.

Feldspati $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ - KAlSi_3O_8 - $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$

Nei campioni sono stati riscontrati k-feldspato ed albite pura. Il K-feldspato, ritrovato nei campioni nn. 49, 57, 117, oltre che nel campione di riferimento P60, è di probabile origine magmatica o metamorfica, essendo un tipico minerale di rocce granitoidi o di ortogneiss. Esso pertanto implica lo smantellamento di corpi plutonici da acidi a intermedi (graniti - granodioriti) o di ortogneiss appartenenti a unità metamorfiche di crosta continentale.

L'albite, riscontrata nei campioni nn. 49, 69, 116, 117, 119, 170 oltre che in entrambi i campioni di riferimento nn. P60 e P80 è anch'essa un minerale comune nei graniti, anche se la varietà pura è più probabilmente derivante da rocce metamorfiche di basse temperatura.

Fig. 4. Diagramma classificativo delle miche diottaedriche secondo lo schema di CAPEDE *et al.* 2004; si può notare una dispersione continua delle miche analizzate che ricadono nei campi delle muscoviti e, in maggior misura, delle fengiti e delle fengiti di alta pressione.



Nel corso delle analisi SEM-EDS sono state riscontrate numerose varietà di mica. In particolare la mica potassica è quella più abbondante tra quelle analizzate ed è stata ritrovata in tutti i campioni, oltre che nei campioni raccolti nel campo vicino alla cascina Peterbona. Per una corretta interpretazione di questa varietà micacea si è fatto riferimento al diagramma classificativo Si-Al tot di CAPEDE *et al.* 2004 (fig. 4), osservando il quale si può notare che le miche analizzate si possono raggruppare in tre varietà: la prima, meno abbondante (assente nei campioni nn. 117 e 170), è risultata essere una muscovite, la seconda, più abbondante, è stata definita fengite, termine che viene attribuito alle muscoviti caratterizzate da un rapporto Si:Al superiore a 1:1 e nelle quali l'aumento del tenore in Si è associato alla sostituzione dell'Al da parte di Mg o Fe^{2+} nei siti ottaedrici. Si sono infine osservate anche miche che ricadono nel campo delle fengiti di più alta pressione (HP fengiti). La muscovite è una mica comune negli scisti e ortogneiss in facies di bassa pressione di unità di crosta continentale. La crescita di fengite in sostituzione di muscovite avviene invece nelle rocce metamorfiche di alta pressione. In particolare nelle miche analizzate si sono osservati tenori progressivamente crescenti fino a raggiungere tenori di $\text{Si} = 7.39$ atomi per formula unitaria sulla base di 22 ossigeni, che indicano pressioni superiori ai 15 kbar, tipiche di rocce riequilibrata in facies scisti blu ed eclogitica, come comunemente avviene per le diverse unità geologiche che compongono la catena delle Alpi occidentali.

La presenza di paragonite (mica di sodio) è stata riscontrata nei campioni nn. 57, 69, 91, 116, 117, 119, oltre che nei campioni di riferimento. Il campo di stabilità del-

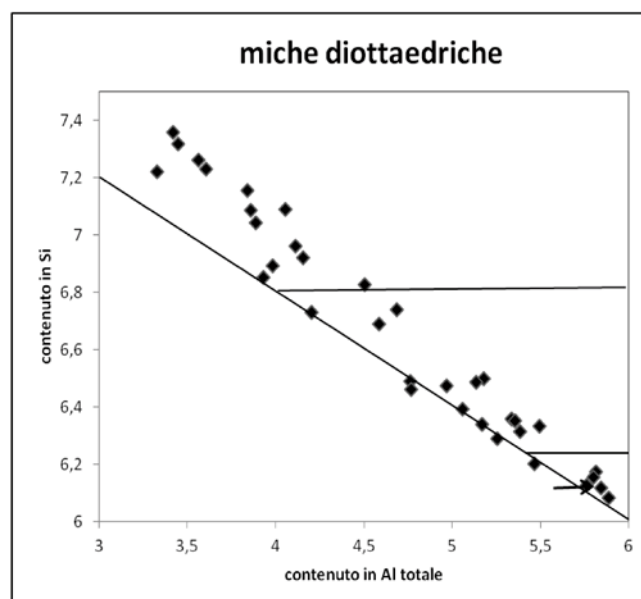


Fig. 5. Diagramma classificativo Fetot/(Fetot+Mg) - Si e Fetot - Si delle cloriti; i campi di classificazione e la nomenclatura si riferiscono a Hey 1954.

la paragonite è ristretto a condizioni di bassa T e alta P. Il suo rinvenimento implica quindi una sorgente composta prevalentemente da unità metamorfiche di crosta continentale di alta pressione e bassa temperatura, quali sono quelle che si trovano nelle unità geologiche a monte della Bormida.

È stata inoltre riscontrata la presenza di biotite nei campioni nn. 91, 116, 117, 170, oltre che in entrambi i campioni di riferimento.

Nel campione n. 117 è stata anche osservata flogopite. La biotite può essere di natura magmatica, essendo un minerale fondamentale di molte rocce granitoidi, o metamorfica. In questo ultimo caso può derivare da gneiss e scisti di medio alto grado metamorfico o anche da migmatiti. La sua presenza nei campioni analizzati può quindi derivare dallo smantellamento di rocce granitiche o migmatitiche affioranti nel basamento cristallino della Zona Brianzone. La flogopite è invece un minerale che appartiene al sistema carbonatico o ultrabasico. Nel caso specifico, le poche lamelle di flogopite riscontrate potrebbero derivare dallo smantellamento delle rocce ultrabasiche abbondantemente affioranti in corrispondenza delle ofioliti del Massiccio di Voltri.

Cloriti $(Mg, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Al)_2[(Si, Al)_8O_{20}](OH)_{16}$

Vista la sua ampia diffusione, la clorite è stata ritrovata in tutti campioni. In particolare, le cloriti osservate ricadono nel campo delle ripidoliti, delle picnocloriti e delle diabaniti secondo il diagramma classificativo di Hey 1954 (fig. 5).

Dal punto di vista della paragenesi, le cloriti ferro-magnesiache sono comuni nelle rocce magmatiche e nelle rocce metamorfiche di basso e medio grado, formate a temperature superiori a circa 400° C e a pressioni di pochi Kbar. In tale contesto esse si formano soprattutto quali prodotti di alterazione della biotite. Nelle rocce metamorfiche le cloriti possono essere presenti sia nei micascisti di derivazione continentale sia in rocce del sistema basico e ultrabasico derivanti da un metamorfi-

smo di bassa temperatura di rocce di crosta oceanica o di mantello superiore. La loro abbondante presenza nei campioni analizzati è quindi compatibile con le rocce affioranti nel bacino della Bormida.

Pirofillite $Al_4[Si_8O_{20}](OH)_4$

Il campo di stabilità della pirofillite è ristretto ed è limitato a un grado metamorfico molto basso. La pirofillite è un minerale relativamente raro che compare principalmente in rocce metamorfiche del sistema pelitico, molto ricche in Al, al massimo fino alla facies degli scisti verdi. Può anche derivare dall'alterazione idrotermale di minerali quali muscovite e k-feldspato in rocce magmatiche acide. Nei campioni indagati la pirofillite è stata unicamente ritrovata nel campione n. 69. La sua presenza è probabilmente legata a fenomeni di alterazione di feldspati di natura magmatica, avvenuti possibilmente dopo la fase di smantellamento e sedimentazione.

Talco $Mg_3[Si_4O_{10}](OH)_2$

Il talco compare principalmente in rocce metamorfiche di natura ultrabasica, ma anche in dolomie silicee come prodotto di sostituzione di tremolite e olivina. Lamelle di talco sono state ritrovate nei campioni nn. 49, 57, 69, 116, 117, 119, 157, 170, oltre che nel campione di riferimento n. P60. La presenza di talco può essere legata allo smantellamento di corpi ultrabasici, quali il Massiccio di Voltri che affiora lungo lo spartiacque tra Piemonte e Liguria. In alternativa, la relativa abbondanza di un minerale non troppo diffuso come il talco può essere spiegata con la vicinanza del luogo di ritrovamento del Tesoro di Marengo con lo stabilimento ultra centenario della Paglieri s.p.a. che, come noto, ha tra i suoi prodotti commerciali anche il talco per cosmesi.

Serpentino $Mg_3[Si_2O_5](OH)_4$

I minerali del serpentino si formano principalmente per trasformazione idrotermale retrograda di rocce ultrabasiche, come ad esempio la peridotite, oppure per metamorfismo progrado di una serpentinite preesistente. È stato ritrovato serpentino nei campioni nn. 49, 57, 116, 117, 118 e 119, oltre che nei due campioni di riferimento. Le lamelle di serpentino derivano molto verosimilmente dall'erosione di rocce ultrabasiche appartenenti al Massiccio ofiolitico di Voltri, ampiamente affiorante in corrispondenza delle testate dei torrenti Lemme e Orba.

Anfibolo $(Ca, Na)_2(Mg, Fe, Al)_5(Si, Al)_8O_{22}(OH)_2$

Sono stati osservati cristalli di anfibolo nei campioni TdM 116 e 157, oltre che nei due campioni di riferimento. In particolare nel campione n. 116 sono stati rinvenuti due tipi di anfibolo: uno calcico con composizione da actinolitica a Mg-orneblenditica (fig. 6) e

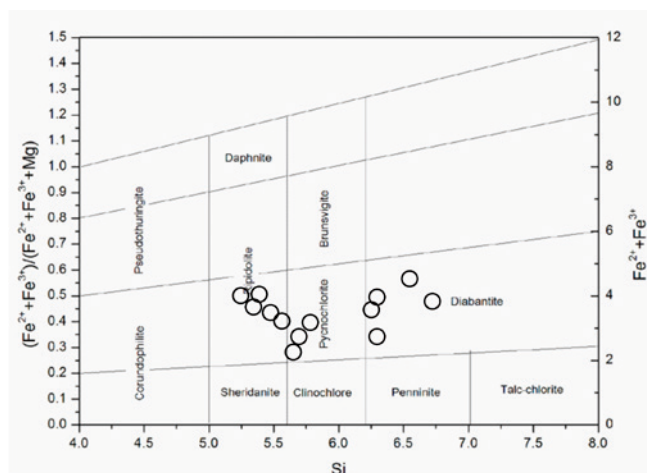
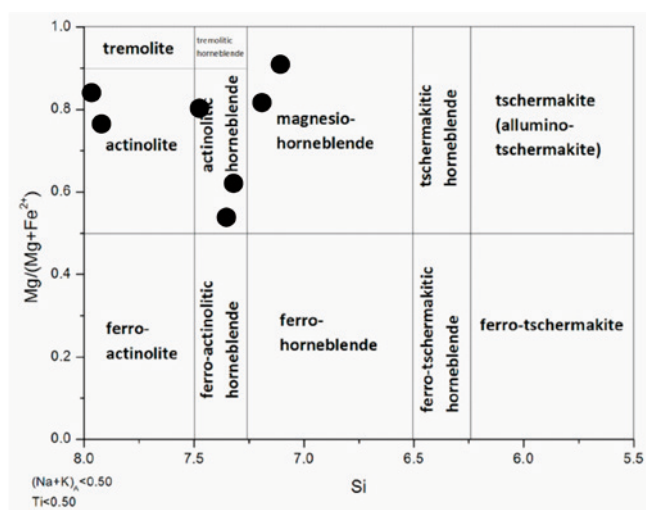


Fig. 6. Diagramma per la classificazione di anfiboli calcici con $(Na+K)_A < 0.50$ e $Ti < 0.50$ (LEAKE 1978).



uno sodico a composizione glaucofanica secondo la classificazione di LEAKE 1978.

L'actinolite è un tipico anfibolo di basso grado metamorfico (facies degli scisti verdi) che cresce all'interno di metabasiti retrocesse. Come detto precedentemente, l'actinolite può formare una soluzione solida con l'orneblenda, passando per il campo delle orneblende actinolitiche. L'orneblenda è sempre un anfibolo metamorfico abbondante nelle metabasiti di medio-basso grado (facies anfibolitica). Il glaucofane è invece un tipico minerale della facies scisti blu, che cresce prevalentemente in rocce di tipo basico di alta pressione. Entrambi gli anfiboli potrebbero quindi indicare lo smantellamento di unità metamorfiche di crosta oceanica come il Massiccio di Voltri. Nel campione n. 157 è invece presente solo actinolite. Gli anfiboli calcici della cascina Pederbona mostrano anch'essi una composizione da actinolitica a Mg-orneblenditica, mentre non è stato ritrovato anfibolo sodico.

Pirosseno $(Ca,Na)(Mg,Fe)(Si,Al)_2O_6$

È stato rinvenuto diopside unicamente nel campione n. 119. Dal punto di vista della paragenesi il diopside è un minerale comune nelle rocce ignee basiche e nelle rocce ultrabasiche. Il campione può quindi essere messo in relazione allo smantellamento di rocce basiche provenienti dall'unità ofiolitica del Massiccio di Voltri.

Granati $(Mg,Ca,Mn,Fe)_3Al_2Si_3O_{12}$

I granati si ritrovano in genere nelle rocce metamorfiche, prevalentemente in quelle del sistema basico e pelitico. Nel corso dello studio è stato ritrovato granato nel campione n. 170 e nel campione di riferimento n. P 60. Nel primo caso l'analisi media del granato, espressa sulla base dei termini puri, è risultata essere Alm_{39} , Pyr_{14} , Grs_{47} in assenza di spessartina. Questo tipo di granato, molto ricco in grossularia, si

può ritrovare in rocce basiche di alta pressione, come sono appunto le eclogiti presenti nel Gruppo di Voltri. Il granato del campione di riferimento ha invece una composizione arricchita in piropo Alm_{18} , Pyr_{58} , Grs_{24} , sempre in assenza di spessartina. Questo tipo di composizione può essere associata a granati cresciuti a più alta temperatura.

Tormalina $(Na,Ca)(Mg,Fe,Al)_3(Al,Mg,Fe^{3+})_6[Si_6O_{18}](BO_3)_3O_3(OH)$

La tormalina si riscontra spesso come minerale accessorio in graniti, pegmatiti, apliti e in vene pneumatolitiche. Tuttavia è presente anche in rocce metamorfiche come prodotto di metasomatismo da boro o come risultato di una ricristallizzazione di clasti detritici dal sedimento originale. Nei campioni analizzati è stata ritrovata tormalina unicamente nel campione n. 69. Si tratta di una dravite, che può derivare dallo smantellamento di rocce granitiche.

Carbonati $(Mg,Ca)(CO)_3$

I carbonati sono un gruppo di minerali di prevalente origine sedimentaria, ma possono costituire la fase principale di rocce metamorfiche (marmi) e, molto raramente, magmatiche. Caratteristica comune a tutti i carbonati è l'unità strutturale fondamentale, ossia lo ione $(CO_3)^{2-}$. È stata ritrovata unicamente calcite nei campioni nn. 91, 170 e, in grandi quantità, 118. Calcite è stata osservata anche nel campione di riferimento n. P 80. La presenza di calcite è da ascrivere allo smantellamento di rocce carbonatiche presenti nelle coperture mesozoiche delle unità brianzonesi affioranti nelle aree di testata della Bormida. L'anomala quantità di calcite riscontrata nel campione n. 118 può essere collegata a fenomeni di diagenesi localizzata dei sedimenti originari in seguito a circolazione di acque percolanti ricche in carbonato di calcio.

Ossidi di ferro e titanio Fe_3O_4 , $FeTiO_3$, TiO_2

Nei campioni analizzati sono stati ritrovati ossidi di ferro riconducibili alla ilmenite, magnetite e, nel campione n. 69, rutilo.

La magnetite è un minerale accessorio piuttosto comune nelle rocce magmatiche intrusive e, soprattutto, nelle serpentiniti, dove cresce assieme al serpentino in seguito alla destabilizzazione per idratazione della olivina. La sua provenienza può quindi essere imputata allo smantellamento delle grandi masse di serpentiniti che caratterizzano l'unità di crosta oceanica del Gruppo di Voltri. L'ilmenite è un minerale accessorio piuttosto diffuso tra le rocce metamorfiche e magmatiche. Il rutilo, osservato solo nel campione n. 69, è invece un tipico minerale metamorfico che indica condizioni di alta pressione, quindi compatibili con la storia metamorfica registrata dalle unità geologiche affioranti nel bacino della Bormida.

Tab. 2. Tabella riassuntiva dei minerali rinvenuti nelle concrezioni sedimentarie presenti sui frammenti di reperti in argento contrassegnati dal numero di inventario (TdM).

Oro Au

All'interno di due campioni (TdM 49 e TdM 116) è stato ritrovato oro nativo sotto forma di piccole pagliuzze delle dimensioni di pochi micron con tenori in Ag attorno al 6%. Un giacimento di una certa consistenza, sfruttato nella seconda metà dell'800, si trova nella valle del Gorzente, affluente destro del torrente Lemme, nei pressi del lago di Lavagnina. Qui l'oro si trova diffuso in masserelle immerse in alcune vene di quarzo che attraversano le serpentiniti del Gruppo di Voltri. Altri giacimenti auriferi si trovano a sud di Acqui, nella valle del torrente Erro, ai piedi della collina di Malvicino; e nella valle del torrente Visone (PICCOLI *et al.* 2007). La mineralizzazione è dispersa nelle vene quarzoso-carbonatiche che cementano le brecce ofiolitiche.

Il ritrovamento di oro, seppur in minime quantità, nelle incrostazioni dei frammenti di argento può essere un'ulteriore testimonianza della provenienza di quest'ultime proprio dai sedimenti alluvionali della Bormida, in cui vengono convogliati i sedimenti delle rocce affioranti in prossimità delle mineralizzazioni a oro descritte.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Gli argenti del Tesoro di Marengo sono stati rinvenuti nella primavera del 1928 in occasione di lavori agricoli effettuati nei terreni che circondavano la cascina Pederbona (BENDINELLI 1937a). Sulle base delle testimonianze raccolte sembra che gli oggetti fossero concentrati in uno spazio ridotto, probabilmente all'interno di una cassa di legno. Per confermare o

meno tale ipotesi è stato commissionato lo studio minero-petrografico di frammenti di piccole dimensioni pertinenti al Tesoro ma mai sottoposti a interventi di restauro, considerato il loro scarso significato da un punto di vista museale. Tali reperti, che ancora conservano tracce di sedimenti, hanno fornito nuovi e significativi dati sull'originario contesto di giacitura. Lo studio minero-petrografico ha infatti permesso di identificare le fasi mineralogiche presenti nei sedimenti alluvionali in cui il Tesoro era stato sepolto. I minerali individuati sono compatibili con le formazioni geologiche attraversate dal fiume Bormida e dai suoi affluenti (torrenti Orba e Lemme), i cui bacini idrografici si estendono in corrispondenza dell'areale di affioramento di unità metamorfiche della catena delle Alpi occidentali. In particolare, sono stati identificati associazioni mineralogiche costituite sia da minerali di tipo sialico, come quarzo, albite, feldspato potassico, sia di tipo femico, come biotite, serpentino, clorite. L'elenco completo delle fasi mineralogiche osservate nei singoli campioni analizzati è nella tab. 2, dove nelle ultime due colonne sono anche riportati i minerali identificati nei campioni di terriccio raccolti in corrispondenza del campo agricolo prospiciente la cascina Pederbona, luogo del ritrovamento del Tesoro.

Come si può notare esiste una eccellente corrispondenza tra le paragenesi osservate nelle concrezioni di terriccio ancora presenti sui campioni selezionati e quelle dei campioni raccolti in situ. In particolare i minerali di tipo sialico possono derivare dallo smantella-

Campione	49	57	69	91	116	117	118	119	157	170	P60	P40
Quarzo	•	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•
Albite	•		•		•	•		•		•	•	•
K-feldspato	•	•				•						•
Muscovite/	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Fengite	•	•	•	•	•		•		•			
Paragonite		•	•	•	•	•		•			•	•
Biotite				•		•				•	•	•
Clorite	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Serpentino	•	•			•	•	•	•			•	•
Talco	•	•	•		•	•		•	•	•		•
Anfibolo		•			•						•	•
Granato										•	•	
Pirosseno								•				
Tormalina			•									
Calcite				•			•••			•		
Ossidi Fe-Ti	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Rutilo			•									
Oro	•				•							

mento del basamento cristallino, o delle sue coperture carbonatiche, delle unità geologiche di pertinenza continentale, come la Zona Brianzonese. Viceversa, i minerali di tipo femico, serpentino in particolare, possono derivare dallo smantellamento delle unità di pertinenza oceanica, come il Massiccio di Voltri, appartenente alla più vasta Zona Piemontese. Si può pertanto concludere che le paragenesi mine-

ralogiche osservate nelle concrezioni di sedimento ancora conservate sui frammenti di argento da un lato sono equivalenti a quelle presenti nei sedimenti campionati presso la cascina Pederbona, dall'altro sono compatibili con il contesto geologico regionale. Per altro non sono stati rinvenuti minerali ascrivibili a unità geologiche non comprese nel bacino della Bormida.

* Università degli Studi di Torino | Dipartimento di Scienze della Terra | via Valperga Caluso 35 | 10125 Torino
alessandro.borghi@unito.it